



Informe de Inspección de Vibraciones

Proyecto “Mina de Cobre Panamá”

Preparado para:
Minera Panamá, S.A.



Septiembre, 2020

IVB-009-20

Informe de Inspección de Vibraciones

Proyecto
“Mina de Cobre Panamá”

Preparado para:



Elaborado por:



Septiembre, 2020

 CORPORACIÓN DE DESARROLLO AMBIENTAL, S.A.	Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	Responsable	Control de calidad	Director Técnico
Idoneidad DIVEDA-AA-003-2012/ Act. 2018	Jorge Ortega C.T. N°599	Marylin Castillo Idoneidad N°713	Ada Díaz C.I. No. 2019-120- 020

Índice

2.3.1. Introducción.....	4
2.3.2. Objetivo general	5
2.3.3. Objetivos específicos.....	5
2.3.4. Aspecto Metodológico.....	5
2.3.5. Especificaciones del equipo utilizado y datos de la medición.....	6
2.3.6. Resultados.....	9
2.3.7. Declaración de conformidad.....	18
2.3.8. Recomendaciones	18
2.3.9. Bibliografía.....	18
Anexos	20
Anexo 2.3.1. Registro fotográfico de las Inspecciones de Vibraciones	
Anexo 2.3.2. Data generada por el equipo durante las mediciones	
Anexo 2.3.3. Certificado de calibración del equipo	
Anexo 2.3.4. Extracto de la Norma de vibraciones en Panamá	
Anexo 2.3.5. Hojas de campo	
Anexo 2.3.6. Mapa de ubicación de las Inspecciones de Vibración	

2.3.1. Introducción

La vibración es un movimiento oscilatorio de partículas de los cuerpos sólidos respecto a una posición de referencia, en relación al tiempo; es el número de veces por segundo que se realiza un ciclo completo al cual se le llama frecuencia y se mide en hertzios¹ (ISO 1997; OIT 2001).

La vibración puede ser general, que es aquella que se transmite a todo el cuerpo, a través de las superficies de apoyo como los pies, regiones glúteas o puede ser local, la cual se refiere a la vibración aplicada a partes específicas del cuerpo, como las manos y brazos (MICI- DGNTI 2000).

Su valoración se hace a través de un instrumento de medida conocido como Vibrómetro, que contiene en su interior unos filtros de ponderación que se integran de acuerdo al potencial lesivo, el cual mide las siguientes variables: frecuencia, amplitud, eje X, Y o Z de entrada por mano-brazo o por cuerpo entero. Las vibraciones pueden alterar las actividades del trabajador ya que deteriora la adquisición de información y la salida de información (ya sea afectando la capacidad de concentración del trabajador, deteriorando sus capacidades motoras o coordinación). Con frecuencia no es posible relacionar directamente las alteraciones de las funciones fisiológicas en condiciones de campo con las vibraciones, dado que ésta suele actuar conjuntamente con otros factores significativos como la elevada tensión mental o el ruido (OIT 2001).

En exposiciones crónicas, los efectos nocivos más graves y frecuentes son las alteraciones en la columna vertebral y en el sistema nervioso central. Otros tipos de riesgos importantes para la salud producto de la vibración, son los trastornos de la circulación periférica (venas varicosas y hemorroides), cardiopatía isquémica, hipertensión, alteraciones neurovasculares y enfermedades gastrointestinales (Pichardo y Jiménez 2007).

¹ Unidad de frecuencia en el Sistema Internacional, equivalente a la frecuencia de un movimiento vibratorio que ejecuta una vibración cada segundo. Su símbolo es Hz.

En Panamá, el Reglamento Técnico DGNTI²-COPANIT³ 45-2000⁴, establece los límites máximos permisibles y el tiempo al que un trabajador puede estar expuesto a vibraciones, durante su jornada laboral. El presente documento corresponde al Vigésimo Primer Informe de Inspección de Vibraciones (Segundo Informe de Seguimiento en etapa operativa), en el cual se efectuó un análisis de los resultados obtenidos en las mediciones de vibraciones, efectuadas a las maquinarias utilizadas en los distintos frentes de trabajo del Proyecto “Mina de Cobre Panamá”.

2.3.2. Objetivo general

Evaluar los niveles de vibración a los que están expuestos los colaboradores del Proyecto “Mina de Cobre Panamá” durante el desarrollo de sus actividades.

2.3.3. Objetivos específicos

- Identificar las fuentes que generan vibración dentro del Proyecto.
- Evaluar los niveles de vibración, para establecer la relación entre los niveles máximos permisibles de vibración y los tiempos máximos de exposición permitidos por jornada de trabajo, según los requisitos que establece el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45-2000.

2.3.4. Aspecto Metodológico

Los parámetros a evaluar son el valor de la raíz media cuadrática de la aceleración de la vibración, así como el tiempo de exposición de los trabajadores. Al existir vibración en más de una dirección, se despreciará la posible interacción entre ellas (Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45-2000).

² DGNTI: Dirección General de Normas y Tecnología Industrial

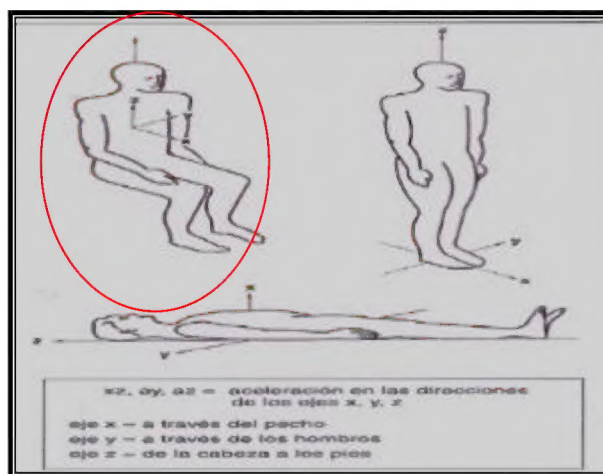
³ COPANIT: Comisión Panameña de Normas Industriales y Técnicas

⁴ Reglamento Técnico que aplica para Higiene y Seguridad Industrial. Condiciones de Higiene y Seguridad en Ambientes de Trabajo donde se generen Vibraciones.

Las mediciones fueron efectuadas del 23 al 25 de septiembre del 2020; el sensor del vibrómetro se colocó en los asientos de las maquinarias utilizadas dentro del Proyecto, con el objetivo de medir las vibraciones a las que están expuestos los operadores.

Se realizó la programación del equipo para medir las vibraciones a los colaboradores expuestos y se utilizó el filtro Wk, el cual sirve para medir vibraciones de cuerpo entero, en la dirección de la columna vertebral, en personas de pie o sentadas; para medir vibraciones en sentido vertical a la superficie donde se encuentran, en el caso de personas tumbadas; así como vibraciones en las tres direcciones espaciales (eje X, Y, Z), que influyen en los pies de las personas sentadas según la ISO, 2631-1, tal como se muestra en la imagen 2.3.1 (persona en posición sentada).

Imagen 2.3.1. Esquema de la medición de vibración en tres direcciones espaciales



Fuente: ISO 2631-1:1997.

2.3.5. Especificaciones del equipo utilizado y datos de la medición

En la tabla 2.3.1 se muestran las especificaciones del equipo (medidor de vibraciones) y los datos generales de las mediciones.

Tabla 2.3.1. Información técnica del equipo utilizado y datos de las mediciones

Información técnica	
Equipo empleado	Medidor de Vibraciones
Fabricante	Casella
Modelo	CEL-960
Serie	20152
Calibración	14 de noviembre de 2019
Norma aplicada	Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45-2000 (ver Reglamento en el anexo 2.3.3).
Día de la medición	Del 23 al 25 de septiembre de 2020
Tiempo de medición	15 minutos/dirección espacial X, Y y Z (por cada medición)
Nombre de los inspectores	Jorge Ortega
Persona de Contacto	
Nombre	Agustina Varela
Teléfono	6780-4244
Correo electrónico	agustina.varela@fqml.com
Fecha de emisión	03/12/2020

Fuente: Especificaciones técnicas del equipo de medición, 2020. Nota: En el anexo 2.3.2 se adjunta el certificado de calibración del equipo.

En la tabla 2.3.2 se muestran los datos de las mediciones que se efectuaron en el Proyecto y en el anexo 2.3.6, el mapa de ubicación de las Inspecciones de vibraciones realizadas.

Tabla 2.3.2. Datos de las mediciones de Vibraciones en el Proyecto “Mina de Cobre Panamá”

Identificación de Vehículo	Marca del vehículo/modelo	Ubicación geográfica del equipo (UTM, WGS 84)	Fecha de evaluación	Hora de evaluación	Nombre del conductor	Área del proyecto
-	Telehandler JCB 540-170	978144 N/ 540099 E	23/09/20	9:02 a.m.	Juan Carlos Smith	Planta de Procesos (Molinos)
DZ013	Tractor de cadena CAT D8T	995558 N/ 534038 E	24/09/20	10:03 a.m.	José Castro	Área de Depósito de Cenizas (Puerto)
DRE008	Perforadora Pit Viper PV-271	977081 N/ 538235 E	25/09/20	09:00 a.m.	Evidelio Santana	Tajo Botija (Área BO 1045-013)
DRE006	Perforadora Pit Viper PV-271	977027 N/ 538355 E	25/09/20	09:50 a.m.	Juan Arcia	Tajo Botija (Área BO 1045-013)
DRE007	Perforadora Pit Viper PV-271	977042 N/ 538228 E	25/09/20	10:45 a.m.	Ezequiel Pérez	Tajo Botija (Área BO 1045-013)
EX26	Excavadora hidráulica KOMATZU	983026 N/ 536561 E	25/09/20	1:44 p.m.	José Vega Castro	Presas Norte, Sector 3-TMF
DZ020	Tractor de cadena CAT D8T	983025 N/ 536517 E	25/09/20	2:50 p.m.	Daniel Estrada	Presas Norte, Sector 3-TMF
DZ052	Tractor de cadena CAT D8T	983004 N/ 536067 E	25/09/20	3:47 p.m.	José Ríos	Presas Norte, Sector 4 - TMF

Fuente: CODESA, 2020.

2.3.6. Resultados

A continuación, se describen los resultados obtenidos por las mediciones de vibraciones realizadas a los colaboradores encargados de operar maquinaria pesada en los diferentes frentes de trabajo del proyecto Mina de Cobre Panamá:

Planta de Procesos (Molinos)

La medición realizada al colaborador Jean Carlos Smith (asiento del telehandler), arrojó valores superiores a los límites establecidos en el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45-2000, en el eje X frecuencia (Hz), (1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4 y 5); en el eje Y frecuencia (Hz), (5 y 6.3) y en el eje Z frecuencia (Hz), (3.15, 4, 6.3 y 12.5). En la tabla 2.3.3 se presentan los valores comparados con la normativa aplicable (ver imágenes 2.3.2 y 2.3.3).

Tabla 2.3.3. Resultado de la medición de Vibraciones al trabajador Jean Carlos Smith en la Planta de Procesos (Molinos)

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s)		Aceleración en Y (m/s)		Aceleración en Z (m/s)	
	Resultados	DGNTI-COPANIT 45-2000	Resultados	DGNTI-COPANIT 45-2000	Resultados	DGNTI-COPANIT 45-2000
1	1.35	0,224	0.816	0,224	0.431	0,630
1,25	1.13	0,224	0.862	0,224	0.341	0,560
1,6	1.18	0,224	0.887	0,224	0.351	0,500
2	1.33	0,224	1.10	0,224	0.399	0,450
2,5	1.79	0,240	1.19	0,240	0.589	0,400
3,15	1.83	0,555	1.24	0,555	0.823	0,355
4	2.21	0,450	1.70	0,450	0.971	0,315
5	2.55	0,560	3.18	0,560	1.37	0,315
6,3	1.92	0,710	4.29	0,710	2.46	0,315
8	1.77	0,900	4.54	0,900	2.29	0,315
10	3.18	1,120	4.76	1,120	1.43	0,400
12,5	5.51	1,400	3.97	1,400	1.94	0,500
16	8.52	1,800	2.98	1,800	2.01	0,630
20	3.86	2,240	3.12	2,240	1.36	0,800
25	2.45	2,800	4.24	2,800	1.21	1,000

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s)		Aceleración en Y (m/s)		Aceleración en Z (m/s)	
	Resultados	DGNTI-COPANIT 45-2000	Resultados	DGNTI-COPANIT 45-2000	Resultados	DGNTI-COPANIT 45-2000
31,5	2.68	3,550	4.73	3,550	1.34	1,250
40	1.96	4,500	3.11	4,500	0.641	1,600
50	1.70	5,600	2.10	5,600	0.395	2,000
63	1.07	7,100	1.11	7,100	0.233	2,500
80	0.854	9,000	0.740	9,000	0.207	3,150

Fuente: CODESA, 2020.

Área de Depósito de Cenizas (Puerto)

La medición de vibraciones realizado al operador José Castro (asiento del tractor de cadena), ver imágenes 2.3.4 y 2.3.5; reflejó valores que exceden los límites establecidos en el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45-2000, específicamente en el eje X frecuencia (Hz), (2.5); y en el eje Z frecuencia (Hz), (4, 5, 6.3, 8, 10, 12.5, 16). La tabla 2.3.4 presenta los datos obtenidos en la medición.

Tabla 2.3.4. Resultado de la medición de Vibraciones al trabajador José Castro en el Área de Depósito de Cenizas (Puerto)

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s)		Aceleración en Y (m/s)		Aceleración en Z (m/s)	
	Resultados	DGNTI-COPANIT 45-2000	Resultados	DGNTI-COPANIT 45-2000	Resultados	DGNTI-COPANIT 45-2000
1	0.0991	0,224	0.0889	0,224	0.100	0,630
1,25	0.0914	0,224	0.0768	0,224	0.0935	0,560
1,6	0.0891	0,224	0.0985	0,224	0.105	0,500
2	0.159	0,224	0.107	0,224	0.123	0,450
2,5	0.513	0,240	0.168	0,240	0.129	0,400
3,15	0.461	0,555	0.298	0,555	0.161	0,355
4	0.303	0,450	0.261	0,450	0.347	0,315
5	0.284	0,560	0.164	0,560	0.353	0,315
6,3	0.157	0,710	0.224	0,710	0.357	0,315
8	0.215	0,900	0.316	0,900	0.526	0,315

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s)		Aceleración en Y (m/s)		Aceleración en Z (m/s)	
	Resultados	DGNTI- COPANIT 45-2000	Resultados	DGNTI- COPANIT 45- 2000	Resultados	DGNTI- COPANIT 45-2000
10	0.345	1,120	0.276	1,120	0.520	0,400
12,5	0.681	1,400	0.421	1,400	1.15	0,500
16	0.877	1,800	0.735	1,800	0.721	0,630
20	0.717	2,240	0.612	2,240	0.377	0,800
25	0.286	2,800	0.293	2,800	0.210	1,000
31,5	0.134	3,550	0.131	3,550	0.167	1,250
40	0.111	4,500	0.130	4,500	0.0993	1,600
50	0.152	5,600	0.121	5,600	0.121	2,000
63	0.127	7,100	0.124	7,100	0.0995	2,500
80	0.116	9,000	0.134	9,000	0.0967	3,150

Fuente: CODESA, 2020.

Tajo Botija (BO 1045-013)

Los valores obtenidos en la medición de vibraciones efectuado en el asiento del operador de la perforadora, Evidelio Santana (ver tabla 2.3.5), indicaron que los valores superan los límites establecidos en el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45-2000, específicamente en el eje X frecuencia (Hz), (1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4 y 5), en el eje Y frecuencia (Hz), (5 y 6.3), y en el eje Z frecuencia (Hz), (3.15, 4, 6.3 y 12.5), ver imágenes 2.3.6 y 2.3.7.

Tabla 2.3.5. Resultado de la medición de Vibraciones al trabajador Evidelio Santana en Tajo Botija (BO 1045-013)

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s)		Aceleración en Y (m/s)		Aceleración en Z (m/s)	
	Resultados	DGNTI-COPANIT 45-2000	Resultados	DGNTI-COPANIT 45-2000	Resultados	DGNTI-COPANIT 45-2000
1	0.748	0,224	0.124	0,224	0.176	0,630
1,25	0.742	0,224	0.116	0,224	0.226	0,560
1,6	1.08	0,224	0.131	0,224	0.291	0,500
2	1.28	0,224	0.175	0,224	0.288	0,450
2,5	1.15	0,240	0.164	0,240	0.294	0,400
3,15	0.885	0,555	0.164	0,555	0.375	0,355
4	1.03	0,450	0.295	0,450	0.344	0,315
5	0.875	0,560	0.906	0,560	0.248	0,315
6,3	0.669	0,710	3.13	0,710	0.705	0,315
8	0.683	0,900	0.359	0,900	0.290	0,315
10	0.628	1,120	0.285	1,120	0.271	0,400
12,5	0.815	1,400	0.474	1,400	0.659	0,500
16	1.07	1,800	0.577	1,800	0.429	0,630
20	1.24	2,240	0.479	2,240	0.266	0,800
25	0.655	2,800	0.221	2,800	0.165	1,000
31,5	0.476	3,550	0.185	3,550	0.248	1,250
40	0.478	4,500	0.134	4,500	0.312	1,600
50	0.474	5,600	0.120	5,600	0.384	2,000
63	0.415	7,100	0.144	7,100	0.320	2,500
80	0.358	9,000	0.177	9,000	0.215	3,150

Fuente: CODESA, 2020.

Los datos adquiridos en la medición efectuada al trabajador Juan Arcia, operador de perforadora (ver imágenes 2.3.8 y 2.3.9), resultaron superiores a los límites establecidos en la normativa de referencia específicamente en el eje X frecuencia (Hz) (1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5 y 6.3), en el eje Y frecuencia (Hz), (1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3 y 8) y en el eje Z frecuencia (Hz), (5 y 12.5). Los datos son presentados y comparados con la normativa aplicable en la tabla 2.3.6.

Tabla 2.3.6. Resultado de la medición de Vibraciones al trabajador Juan Arcia en Tajo Botija
(BO 1045-013)

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s)		Aceleración en Y (m/s)		Aceleración en Z (m/s)	
	Resultados	DGNTI- COPANIT 45- 2000	Resultados	DGNTI- COPANIT 45- 2000	Resultados	DGNTI- COPANIT 45- 2000
1	1.10	0,224	0.636	0,224	0.0759	0,630
1,25	1.02	0,224	0.699	0,224	0.0764	0,560
1,6	0.822	0,224	1.21	0,224	0.0714	0,500
2	0.907	0,224	2.16	0,224	0.0807	0,450
2,5	0.891	0,240	0.951	0,240	0.0865	0,400
3,15	0.899	0,555	0.558	0,555	0.127	0,355
4	0.737	0,450	0.491	0,450	0.199	0,315
5	0.729	0,560	0.677	0,560	0.357	0,315
6,3	0.851	0,710	0.724	0,710	0.311	0,315
8	0.664	0,900	1.21	0,900	0.231	0,315
10	0.699	1,120	0.922	1,120	0.214	0,400
12,5	0.645	1,400	1.04	1,400	0.724	0,500
16	0.710	1,800	0.975	1,800	0.515	0,630
20	0.585	2,240	0.372	2,240	0.182	0,800
25	0.450	2,800	0.218	2,800	0.103	1,000
31,5	0.436	3,550	0.175	3,550	0.107	1,250
40	0.361	4,500	0.177	4,500	0.0889	1,600
50	0.334	5,600	0.180	5,600	0.0906	2,000
63	0.311	7,100	0.204	7,100	0.0950	2,500
80	0.251	9,000	0.210	9,000	0.0817	3,150

Fuente: CODESA, 2020.

Los resultados obtenidos en la medición de vibraciones realizado al colaborador Ezequiel Pérez, operador de Perforadora (ver imágenes 2.3.10 y 2.3.11), superan a los valores máximos establecidos en el Reglamento Técnico de Referencia DGNTI-COPANIT 45-2000, específicamente en el eje X frecuencia (Hz), (1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5 y 6.3); en el eje Y frecuencia (Hz), (2); y en el eje Z frecuencia (Hz), (25), ver la tabla 2.3.7.

Tabla 2.3.7. Resultado de la medición de Vibraciones al trabajador Ezequiel Pérez en Tajo Botija (BO 1045-013)

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s)		Aceleración en Y (m/s)		Aceleración en Z (m/s)	
	Resultados	DGNTI-COPANIT 45-2000	Resultados	DGNTI-COPANIT 45-2000	Resultados	DGNTI-COPANIT 45-2000
1	0.822	0,224	0.192	0,224	0.0773	0,630
1,25	1.05	0,224	0.136	0,224	0.0632	0,560
1,6	1.12	0,224	0.187	0,224	0.0679	0,500
2	1.01	0,224	0.278	0,224	0.0807	0,450
2,5	0.797	0,240	0.191	0,240	0.0805	0,400
3,15	0.819	0,555	0.216	0,555	0.0985	0,355
4	0.818	0,450	0.234	0,450	0.108	0,315
5	0.829	0,560	0.290	0,560	0.110	0,315
6,3	0.931	0,710	0.301	0,710	0.129	0,315
8	0.773	0,900	0.276	0,900	0.155	0,315
10	1.01	1,120	0.290	1,120	0.168	0,400
12,5	1.11	1,400	0.585	1,400	0.261	0,500
16	0.747	1,800	0.238	1,800	0.239	0,630
20	0.655	2,240	0.214	2,240	0.273	0,800
25	0.534	2,800	1.36	2,800	6.44	1,000
31,5	0.718	3,550	0.401	3,550	1.17	1,250
40	0.409	4,500	0.273	4,500	0.199	1,600
50	0.372	5,600	0.640	5,600	0.813	2,000
63	0.620	7,100	0.265	7,100	0.327	2,500
80	0.369	9,000	0.333	9,000	0.281	3,150

Fuente: CODESA, 2020.

Presa Norte, Sector 3-TMF

La tabla 2.3.8 presenta los valores obtenidos en la medición efectuada en el área de Presa Norte, Sector 3 – TMF, al trabajador José Vega Castro, operador de Excavadora hidráulica (ver imágenes 2.3.12 y 2.3.13), mostrando que los resultados superan a los valores máximos establecidos en el Reglamento Técnico de Referencia DGNTI-COPANIT 45-2000, específicamente en el eje X frecuencia (Hz), (1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 8 y 10); en el

eje Y frecuencia (Hz), (1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 8, 10, 12.5, 16 y 20) y en el eje Z frecuencia (Hz), (2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 8, 10, 12.5, 16, 20), ver la tabla 2.3.8.

Tabla 2.3.8. Resultado de la medición de Vibraciones al trabajador José Vega Castro en el área de la Presa Norte, Sector 3 - TMF

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s)		Aceleración en Y (m/s)		Aceleración en Z (m/s)	
	Resultados	DGNTI-COPANIT 45-2000	Resultados	DGNTI-COPANIT 45-2000	Resultados	DGNTI-COPANIT 45-2000
1	0.859	0,224	0.963	0,224	0.263	0,630
1,25	1.24	0,224	1.06	0,224	0.424	0,560
1,6	1.15	0,224	1.01	0,224	0.471	0,500
2	0.597	0,224	1.20	0,224	0.783	0,450
2,5	0.665	0,240	2.30	0,240	1.43	0,400
3,15	1.03	0,555	1.81	0,555	1.07	0,355
4	0.927	0,450	1.90	0,450	1.00	0,315
5	0.785	0,560	2.75	0,560	1.19	0,315
6,3	1.04	0,710	1.76	0,710	1.65	0,315
8	1.02	0,900	2.74	0,900	2.06	0,315
10	1.18	1,120	4.48	1,120	2.31	0,400
12,5	1.03	1,400	3.66	1,400	1.75	0,500
16	0.925	1,800	3.12	1,800	1.58	0,630
20	1.06	2,240	2.48	2,240	1.02	0,800
25	0.959	2,800	2.01	2,800	0.557	1,000
31,5	0.631	3,550	2.14	3,550	0.393	1,250
40	0.564	4,500	2.99	4,500	0.272	1,600
50	0.972	5,600	2.99	5,600	0.306	2,000
63	0.444	7,100	1.83	7,100	0.200	2,500
80	0.361	9,000	1.00	9,000	0.156	3,150

Fuente: CODESA, 2020.

La medición de vibraciones efectuada en el asiento del operador del tractor de cadena, Daniel Estrada (ver imágenes 2.3.14 y 2.3.15), presenta valores que exceden los límites máximos establecidos en el Reglamento Técnico DGNTI COPANIT 45-2000, específicamente en el eje X frecuencia (Hz) (1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 8 y 10); eje Y frecuencia (Hz), (1, 1.25,

1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 8, 10, 12.5, 16 y 20) y en el eje Z frecuencia (Hz), (2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 8, 10, 12.5, 16), ver tabla 2.3.9.

Tabla 2.3.9. Resultado de la medición de Vibraciones al trabajador Daniel Estrada en el área de Presa Norte, Sector 3-TMF

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s)		Aceleración en Y (m/s)		Aceleración en Z (m/s)	
	Resultados	DGNTI-COPANIT 45-2000	Resultados	DGNTI-COPANIT 45-2000	Resultados	DGNTI-COPANIT 45-2000
1	0.696	0,224	1.41	0,224	0.301	0,630
1,25	0.748	0,224	1.45	0,224	0.411	0,560
1,6	0.817	0,224	1.42	0,224	0.523	0,500
2	0.736	0,224	1.46	0,224	0.560	0,450
2,5	0.891	0,240	1.41	0,240	0.646	0,400
3,15	1.17	0,555	1.53	0,555	0.683	0,355
4	1.78	0,450	2.64	0,450	1.34	0,315
5	1.48	0,560	1.66	0,560	1.14	0,315
6,3	3.04	0,710	2.53	0,710	1.11	0,315
8	5.33	0,900	5.93	0,900	0.949	0,315
10	3.21	1,120	4.07	1,120	1.03	0,400
12,5	1.30	1,400	1.65	1,400	0.757	0,500
16	1.05	1,800	1.68	1,800	0.714	0,630
20	1.43	2,240	3.32	2,240	0.616	0,800
25	2.09	2,800	3.42	2,800	0.395	1,000
31,5	6.65	3,550	3.51	3,550	0.382	1,250
40	5.99	4,500	4.62	4,500	0.842	1,600
50	0.857	5,600	1.45	5,600	0.432	2,000
63	0.658	7,100	0.749	7,100	0.236	2,500
80	0.369	9,000	0.454	9,000	0.167	3,150

Fuente: CODESA, 2020.

Presa Norte, Sector 4-TMF

La medición efectuada a José Ríos (asiento del operador del tractor de cadena), en el área del Sector 4-TMF, registró valores por encima de los límites establecidos en el Reglamento Técnico utilizado como referencia (ver tabla 2.3.10), específicamente en el eje X frecuencia (Hz), (1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 8, 10, 12.5, 16, 20, 25, 31.5); en el eje Y frecuencia (Hz), (1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 8, 10, 12.5, 16, 20, 25, 31.5) y en el eje Z frecuencia (Hz), (6.3); ver imágenes 2.3.16 y 2.3.17.

Tabla 2.3.10. Resultado de medición de Vibraciones al operador José Ríos en el área de Presa Norte, Sector 4-TMF

Frecuencia media de la banda terciaria (Hz)	Aceleración en X (m/s)		Aceleración en Y (m/s)		Aceleración en Z (m/s)	
	Resultados	DGNTI-COPANIT 45-2000	Resultados	DGNTI-COPANIT 45-2000	Resultados	DGNTI-COPANIT 45-2000
1	0.895	0,224	1.98	0,224	0.0831	0,630
1,25	0.826	0,224	1.73	0,224	0.0653	0,560
1,6	0.791	0,224	1.63	0,224	0.0767	0,500
2	0.940	0,224	2.03	0,224	0.0834	0,450
2,5	1.29	0,240	2.23	0,240	0.0942	0,400
3,15	1.73	0,555	2.68	0,555	0.146	0,355
4	1.80	0,450	2.10	0,450	0.196	0,315
5	1.76	0,560	1.16	0,560	0.180	0,315
6,3	2.06	0,710	1.49	0,710	0.321	0,315
8	3.81	0,900	3.43	0,900	0.163	0,315
10	4.55	1,120	4.58	1,120	0.150	0,400
12,5	3.03	1,400	3.83	1,400	0.141	0,500
16	4.72	1,800	3.19	1,800	0.119	0,630
20	5.06	2,240	4.51	2,240	0.165	0,800
25	4.74	2,800	4.49	2,800	0.144	1,000
31,5	4.80	3,550	4.95	3,550	0.116	1,250
40	3.60	4,500	4.40	4,500	0.619	1,600
50	3.86	5,600	2.80	5,600	0.120	2,000
63	2.40	7,100	1.48	7,100	0.191	2,500
80	1.19	9,000	0.853	9,000	0.120	3,150

Fuente: CODESA, 2020.

2.3.7. Declaración de conformidad

Los resultados obtenidos en las (8) ocho mediciones de vibraciones de cuerpo entero efectuadas a los operadores de equipo pesado en el proyecto “Mina de Cobre Panamá”, no cumplen con los límites máximos permisibles establecidos en el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45-2000, utilizado como referencia.

2.3.8. Recomendaciones

- Efectuar las capacitaciones al personal, sobre los riesgos y medidas de precaución que, deben tener en cuenta durante sus labores.
- Establecer un programa de rotaciones al personal expuesto a altos niveles de vibración para regular y reducir el tiempo de exposición.
- Realizar mantenimientos periódicos de las maquinarias utilizadas en el Proyecto, incluyendo su sistema de suspensión (en los asientos), para optimizar su eficiencia y minimizar las vibraciones que generan.
- Realizar seguimiento a las maquinarias que, durante las mediciones reflejaron niveles por encima de la norma.

2.3.9. Bibliografía

ISO (Organización Internacional de Normalización). 1997. Norma ISO 2631-1:1997 Vibraciones y choques mecánicos. Guía para la estimación de la exposición de los individuos a vibraciones globales del cuerpo. Parte 1: Requerimientos generales.

MICI (Ministerio de Comercio e Industrias). 2000. Reglamento Técnico DGNTI - COPANIT 45. Higiene y Seguridad Industrial. Condiciones de Higiene y Seguridad en Ambientes de Trabajo donde se generen Vibraciones. República de Panamá. Gaceta Oficial 24163, miércoles 18 de octubre de 2000. pp. 8-18. Disponible en: http://www.cnpml.org.pa/cnpml/leyes_normas/copanit_45_2000_vibraciones.pdf.

OIT (Organización Internacional del Trabajo). 2001. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo de la OIT. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España. Tercera Edición, pp. 50.1-50.17.

Disponible en:

<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo2/50.pdf>

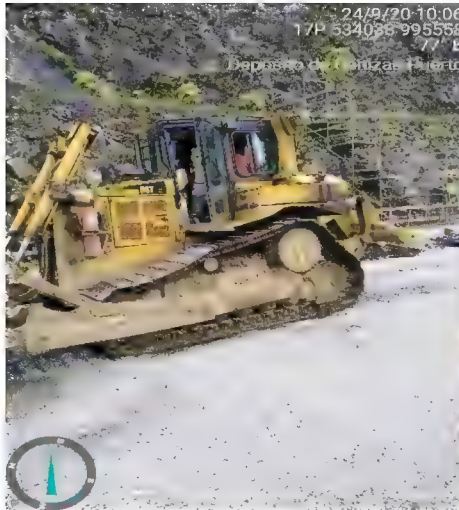
Pichardo, G. & Jiménez, M. 2007. Vibraciones y Salud en el trabajo. Revisión Bibliográfica. México. 16 p. Disponible en: http://exposicionesvirtuales.com/so_images/7597/vibraciones.pdf

Anexos

Anexo 2.3.1. Registro fotográfico de las Inspecciones de Vibraciones



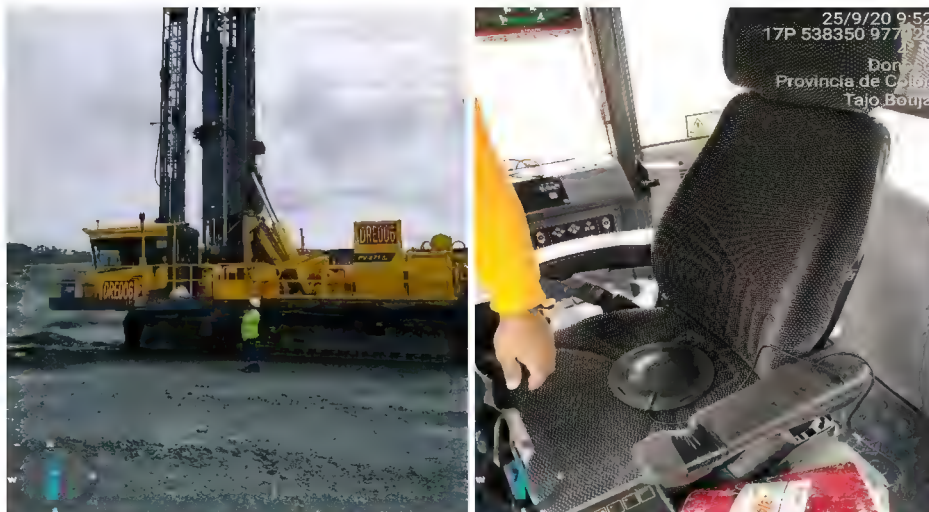
Imágenes 2.3.2 y 2.3.3. Vistas de la medición de vibraciones, realizada en la Planta de Procesos (Molinos); 978144 N/ 540099 E



Imágenes 2.3.4 y 2.3.5. Vistas de la medición de vibraciones, en el Área de Depósito de Cenizas (Puerto), 995558 N/ 534038 E



Imágenes 2.3.6 y 2.3.7. Vistas de la medición de vibraciones,
en Tajo Botija (BO 1045-013), 977081 N/ 538235 E



Imágenes 2.3.8 y 2.3.9. Vistas de la medición de vibraciones,
en Tajo Botija (BO 1045-013); 977027 N/ 538355 E



Imágenes 2.3.10 y 2.3.11. Vistas de la medición de vibraciones,
en Tajo Botija (BO 1045-013); 977042 N/ 538228 E



Imágenes 2.3.12 y 2.3.13. Vistas de la medición de vibraciones,
en Presa Norte, Sector 3-TMF, 983026 N/ 536561 E



Imágenes 2.3.14 y 2.3.15. Vistas de la medición de vibraciones,
Presa Norte, Sector 3-TMF; 983025 N/ 536517 E



Imágenes 2.3.16 y 2.3.17. Vistas de la medición de vibraciones,
en Presa Norte, Sector 4 TMF; 983004 N/ 536067 E

Anexo 2.3.2. Data generada por el equipo durante las mediciones

Jean Carlos Smith en la Planta de Procesos (Molinos)

X			Y			Z		
Data	Value	Unit	Data	Value	Unit	Data	Value	Unit
Spectrum			Spectrum			Spectrum		
0.8Hz	1.66	m/s ²	0.8Hz	0.823	m/s ²	0.8Hz	0.540	m/s ²
1Hz	1.35	m/s ²	1Hz	0.816	m/s ²	1Hz	0.431	m/s ²
1.25Hz	1.13	m/s ²	1.25Hz	0.862	m/s ²	1.25Hz	0.341	m/s ²
1.6Hz	1.18	m/s ²	1.6Hz	0.887	m/s ²	1.6Hz	0.351	m/s ²
2Hz	1.33	m/s ²	2Hz	1.10	m/s ²	2Hz	0.399	m/s ²
2.5Hz	1.79	m/s ²	2.5Hz	1.19	m/s ²	2.5Hz	0.589	m/s ²
3.15Hz	1.83	m/s ²	3.15Hz	1.24	m/s ²	3.15Hz	0.823	m/s ²
4Hz	2.21	m/s ²	4Hz	1.70	m/s ²	4Hz	0.971	m/s ²
5Hz	2.55	m/s ²	5Hz	3.18	m/s ²	5Hz	1.37	m/s ²
6.3Hz	1.92	m/s ²	6.3Hz	4.29	m/s ²	6.3Hz	2.46	m/s ²
8Hz	1.77	m/s ²	8Hz	4.54	m/s ²	8Hz	2.29	m/s ²
10Hz	3.18	m/s ²	10Hz	4.76	m/s ²	10Hz	1.43	m/s ²
12.5Hz	5.51	m/s ²	12.5Hz	3.97	m/s ²	12.5Hz	1.94	m/s ²
16Hz	8.52	m/s ²	16Hz	2.98	m/s ²	16Hz	2.01	m/s ²
20Hz	3.86	m/s ²	20Hz	3.12	m/s ²	20Hz	1.36	m/s ²
25Hz	2.45	m/s ²	25Hz	4.24	m/s ²	25Hz	1.21	m/s ²
31.5Hz	2.68	m/s ²	31.5Hz	4.73	m/s ²	31.5Hz	1.34	m/s ²
40Hz	1.96	m/s ²	40Hz	3.11	m/s ²	40Hz	0.641	m/s ²
50Hz	1.70	m/s ²	50Hz	2.10	m/s ²	50Hz	0.395	m/s ²
63Hz	1.07	m/s ²	63Hz	1.11	m/s ²	63Hz	0.233	m/s ²
80Hz	0.854	m/s ²	80Hz	0.740	m/s ²	80Hz	0.207	m/s ²
100Hz	0.801	m/s ²	100Hz	0.537	m/s ²	100Hz	0.209	m/s ²
125Hz	0.673	m/s ²	125Hz	0.457	m/s ²	125Hz	0.240	m/s ²
160Hz	0.745	m/s ²	160Hz	0.507	m/s ²	160Hz	0.256	m/s ²
200Hz	1.04	m/s ²	200Hz	0.729	m/s ²	200Hz	0.715	m/s ²
250Hz	0.328	m/s ²	250Hz	0.506	m/s ²	250Hz	0.237	m/s ²
315Hz	0.273	m/s ²	315Hz	0.269	m/s ²	315Hz	0.204	m/s ²

José Castro en el Área de Depósito de Cenizas (Puerto)

X			Y			Z		
Data	Value	Unit	Data	Value	Unit	Data	Value	Unit
Spectrum			Spectrum			Spectrum		
0.8Hz	0.156	m/s ²	0.8Hz	8.21E-2	m/s ²	0.8Hz	9.75E-2	m/s ²
1Hz	9.91E-2	m/s ²	1Hz	8.89E-2	m/s ²	1Hz	0.100	m/s ²
1.25Hz	9.14E-2	m/s ²	1.25Hz	7.68E-2	m/s ²	1.25Hz	9.35E-2	m/s ²
1.6Hz	8.91E-2	m/s ²	1.6Hz	9.85E-2	m/s ²	1.6Hz	0.105	m/s ²
2Hz	0.159	m/s ²	2Hz	0.107	m/s ²	2Hz	0.123	m/s ²
2.5Hz	0.513	m/s ²	2.5Hz	0.168	m/s ²	2.5Hz	0.129	m/s ²
3.15Hz	0.461	m/s ²	3.15Hz	0.298	m/s ²	3.15Hz	0.161	m/s ²
4Hz	0.303	m/s ²	4Hz	0.261	m/s ²	4Hz	0.347	m/s ²
5Hz	0.284	m/s ²	5Hz	0.164	m/s ²	5Hz	0.353	m/s ²
6.3Hz	0.157	m/s ²	6.3Hz	0.224	m/s ²	6.3Hz	0.357	m/s ²
8Hz	0.215	m/s ²	8Hz	0.316	m/s ²	8Hz	0.526	m/s ²
10Hz	0.345	m/s ²	10Hz	0.276	m/s ²	10Hz	0.520	m/s ²
12.5Hz	0.681	m/s ²	12.5Hz	0.421	m/s ²	12.5Hz	1.15	m/s ²
16Hz	0.877	m/s ²	16Hz	0.735	m/s ²	16Hz	0.721	m/s ²
20Hz	0.717	m/s ²	20Hz	0.612	m/s ²	20Hz	0.377	m/s ²
25Hz	0.286	m/s ²	25Hz	0.293	m/s ²	25Hz	0.210	m/s ²
31.5Hz	0.134	m/s ²	31.5Hz	0.131	m/s ²	31.5Hz	0.167	m/s ²
40Hz	0.111	m/s ²	40Hz	0.130	m/s ²	40Hz	9.93E-2	m/s ²
50Hz	0.152	m/s ²	50Hz	0.121	m/s ²	50Hz	0.121	m/s ²
63Hz	0.127	m/s ²	63Hz	0.124	m/s ²	63Hz	9.95E-2	m/s ²
80Hz	0.116	m/s ²	80Hz	0.134	m/s ²	80Hz	9.67E-2	m/s ²
100Hz	0.115	m/s ²	100Hz	0.130	m/s ²	100Hz	0.111	m/s ²
125Hz	0.119	m/s ²	125Hz	0.129	m/s ²	125Hz	0.111	m/s ²
160Hz	0.106	m/s ²	160Hz	0.113	m/s ²	160Hz	9.82E-2	m/s ²
200Hz	0.118	m/s ²	200Hz	0.122	m/s ²	200Hz	0.109	m/s ²
250Hz	0.131	m/s ²	250Hz	0.131	m/s ²	250Hz	0.126	m/s ²

Evidelio Santana – Tajo Botija (BO 1045-013)

X			Y			Z		
Global results			Global results			Global results		
Data	Value	Unit	Data	Value	Unit	Data	Value	Unit
Spectrum			Spectrum			Spectrum		
0.8Hz	0.866	m/s ²	0.8Hz	0.129	m/s ²	0.8Hz	0.122	m/s ²
1Hz	0.748	m/s ²	1Hz	0.124	m/s ²	1Hz	0.176	m/s ²
1.25Hz	0.742	m/s ²	1.25Hz	0.116	m/s ²	1.25Hz	0.226	m/s ²
1.6Hz	1.08	m/s ²	1.6Hz	0.131	m/s ²	1.6Hz	0.291	m/s ²
2Hz	1.28	m/s ²	2Hz	0.175	m/s ²	2Hz	0.288	m/s ²
2.5Hz	1.15	m/s ²	2.5Hz	0.164	m/s ²	2.5Hz	0.294	m/s ²
3.15Hz	0.885	m/s ²	3.15Hz	0.164	m/s ²	3.15Hz	0.375	m/s ²
4Hz	1.03	m/s ²	4Hz	0.295	m/s ²	4Hz	0.344	m/s ²
5Hz	0.875	m/s ²	5Hz	0.906	m/s ²	5Hz	0.248	m/s ²
6.3Hz	0.669	m/s ²	6.3Hz	3.13	m/s ²	6.3Hz	0.705	m/s ²
8Hz	0.683	m/s ²	8Hz	0.359	m/s ²	8Hz	0.290	m/s ²
10Hz	0.628	m/s ²	10Hz	0.285	m/s ²	10Hz	0.271	m/s ²
12.5Hz	0.815	m/s ²	12.5Hz	0.474	m/s ²	12.5Hz	0.659	m/s ²
16Hz	1.07	m/s ²	16Hz	0.577	m/s ²	16Hz	0.429	m/s ²
20Hz	1.24	m/s ²	20Hz	0.479	m/s ²	20Hz	0.266	m/s ²
25Hz	0.655	m/s ²	25Hz	0.221	m/s ²	25Hz	0.165	m/s ²
31.5Hz	0.476	m/s ²	31.5Hz	0.185	m/s ²	31.5Hz	0.248	m/s ²
40Hz	0.478	m/s ²	40Hz	0.134	m/s ²	40Hz	0.312	m/s ²
50Hz	0.474	m/s ²	50Hz	0.120	m/s ²	50Hz	0.384	m/s ²
63Hz	0.415	m/s ²	63Hz	0.144	m/s ²	63Hz	0.320	m/s ²
80Hz	0.358	m/s ²	80Hz	0.177	m/s ²	80Hz	0.215	m/s ²
100Hz	0.253	m/s ²	100Hz	0.148	m/s ²	100Hz	0.141	m/s ²
125Hz	0.228	m/s ²	125Hz	0.174	m/s ²	125Hz	0.132	m/s ²
160Hz	0.207	m/s ²	160Hz	0.158	m/s ²	160Hz	0.114	m/s ²
200Hz	0.153	m/s ²	200Hz	0.167	m/s ²	200Hz	0.120	m/s ²
250Hz	0.158	m/s ²	250Hz	0.145	m/s ²	250Hz	0.132	m/s ²
315Hz	0.154	m/s ²	315Hz	0.129	m/s ²	315Hz	0.123	m/s ²

Juan Arcia – Tajo Botija (BO 1045-013)

X			Y			Z		
Global results			Global results			Global results		
Data	Value	Unit	Data	Value	Unit	Data	Value	Unit
Spectrum			Spectrum			Spectrum		
0.8Hz	1.31	m/s ²	0.8Hz	0.574	m/s ²	0.8Hz	7.11E-2	m/s ²
1Hz	1.10	m/s ²	1Hz	0.636	m/s ²	1Hz	7.59E-2	m/s ²
1.25Hz	1.02	m/s ²	1.25Hz	0.699	m/s ²	1.25Hz	7.64E-2	m/s ²
1.6Hz	0.822	m/s ²	1.6Hz	1.21	m/s ²	1.6Hz	7.14E-2	m/s ²
2Hz	0.907	m/s ²	2Hz	2.16	m/s ²	2Hz	8.07E-2	m/s ²
2.5Hz	0.891	m/s ²	2.5Hz	0.951	m/s ²	2.5Hz	8.65E-2	m/s ²
3.15Hz	0.899	m/s ²	3.15Hz	0.558	m/s ²	3.15Hz	0.127	m/s ²
4Hz	0.737	m/s ²	4Hz	0.491	m/s ²	4Hz	0.199	m/s ²
5Hz	0.729	m/s ²	5Hz	0.677	m/s ²	5Hz	0.357	m/s ²
6.3Hz	0.851	m/s ²	6.3Hz	0.724	m/s ²	6.3Hz	0.311	m/s ²
8Hz	0.664	m/s ²	8Hz	1.21	m/s ²	8Hz	0.231	m/s ²
10Hz	0.699	m/s ²	10Hz	0.922	m/s ²	10Hz	0.214	m/s ²
12.5Hz	0.645	m/s ²	12.5Hz	1.04	m/s ²	12.5Hz	0.724	m/s ²
16Hz	0.710	m/s ²	16Hz	0.975	m/s ²	16Hz	0.515	m/s ²
20Hz	0.585	m/s ²	20Hz	0.372	m/s ²	20Hz	0.182	m/s ²
25Hz	0.450	m/s ²	25Hz	0.218	m/s ²	25Hz	0.103	m/s ²
31.5Hz	0.436	m/s ²	31.5Hz	0.175	m/s ²	31.5Hz	0.107	m/s ²
40Hz	0.361	m/s ²	40Hz	0.177	m/s ²	40Hz	8.89E-2	m/s ²
50Hz	0.334	m/s ²	50Hz	0.180	m/s ²	50Hz	9.06E-2	m/s ²
63Hz	0.311	m/s ²	63Hz	0.204	m/s ²	63Hz	9.50E-2	m/s ²
80Hz	0.251	m/s ²	80Hz	0.210	m/s ²	80Hz	8.17E-2	m/s ²
100Hz	0.223	m/s ²	100Hz	0.179	m/s ²	100Hz	9.12E-2	m/s ²
125Hz	0.217	m/s ²	125Hz	0.184	m/s ²	125Hz	0.107	m/s ²
160Hz	0.197	m/s ²	160Hz	0.160	m/s ²	160Hz	9.79E-2	m/s ²
200Hz	0.196	m/s ²	200Hz	0.173	m/s ²	200Hz	0.111	m/s ²
250Hz	0.194	m/s ²	250Hz	0.165	m/s ²	250Hz	0.126	m/s ²
315Hz	0.180	m/s ²	315Hz	0.135	m/s ²	315Hz	0.121	m/s ²

Ezequiel Pérez en el área de Tajo Botija (BO 1045-013)

X			Y			Z		
Global results			Global results			Global results		
Data	Value	Unit	Data	Value	Unit	Data	Value	Unit
Spectrum			Spectrum			Spectrum		
0.8Hz	1.58	m/s ²	0.8Hz	0.436	m/s ²	0.8Hz	8.60E-2	m/s ²
1Hz	0.822	m/s ²	1Hz	0.192	m/s ²	1Hz	7.73E-2	m/s ²
1.25Hz	1.05	m/s ²	1.25Hz	0.136	m/s ²	1.25Hz	6.32E-2	m/s ²
1.6Hz	1.12	m/s ²	1.6Hz	0.187	m/s ²	1.6Hz	6.79E-2	m/s ²
2Hz	1.01	m/s ²	2Hz	0.278	m/s ²	2Hz	8.07E-2	m/s ²
2.5Hz	0.797	m/s ²	2.5Hz	0.191	m/s ²	2.5Hz	8.05E-2	m/s ²
3.15Hz	0.819	m/s ²	3.15Hz	0.216	m/s ²	3.15Hz	9.85E-2	m/s ²
4Hz	0.818	m/s ²	4Hz	0.234	m/s ²	4Hz	0.108	m/s ²
5Hz	0.829	m/s ²	5Hz	0.290	m/s ²	5Hz	0.110	m/s ²
6.3Hz	0.931	m/s ²	6.3Hz	0.301	m/s ²	6.3Hz	0.129	m/s ²
8Hz	0.773	m/s ²	8Hz	0.276	m/s ²	8Hz	0.155	m/s ²
10Hz	1.01	m/s ²	10Hz	0.290	m/s ²	10Hz	0.168	m/s ²
12.5Hz	1.11	m/s ²	12.5Hz	0.585	m/s ²	12.5Hz	0.261	m/s ²
16Hz	0.747	m/s ²	16Hz	0.238	m/s ²	16Hz	0.239	m/s ²
20Hz	0.655	m/s ²	20Hz	0.214	m/s ²	20Hz	0.273	m/s ²
25Hz	0.534	m/s ²	25Hz	1.36	m/s ²	25Hz	6.44	m/s ²
31.5Hz	0.718	m/s ²	31.5Hz	0.401	m/s ²	31.5Hz	1.17	m/s ²
40Hz	0.409	m/s ²	40Hz	0.273	m/s ²	40Hz	0.199	m/s ²
50Hz	0.372	m/s ²	50Hz	0.640	m/s ²	50Hz	0.813	m/s ²
63Hz	0.620	m/s ²	63Hz	0.265	m/s ²	63Hz	0.327	m/s ²
80Hz	0.369	m/s ²	80Hz	0.333	m/s ²	80Hz	0.281	m/s ²
100Hz	0.306	m/s ²	100Hz	0.278	m/s ²	100Hz	0.220	m/s ²
125Hz	0.381	m/s ²	125Hz	0.232	m/s ²	125Hz	0.147	m/s ²
160Hz	0.288	m/s ²	160Hz	0.202	m/s ²	160Hz	0.123	m/s ²
200Hz	0.304	m/s ²	200Hz	0.156	m/s ²	200Hz	0.151	m/s ²
250Hz	0.338	m/s ²	250Hz	0.161	m/s ²	250Hz	0.175	m/s ²
315Hz	0.272	m/s ²	315Hz	0.160	m/s ²	315Hz	0.136	m/s ²

José Vega Castro en el área de la Presa Norte TME

X			Y			Z		
Global results			Global results			Global results		
Data	Value	Unit	Data	Value	Unit	Data	Value	Unit
z	7^		z	0				
Spectrum			Spectrum			Spectrum		
0.8Hz	1.15	m/s ²	0.8Hz	1.07	m/s ²	0.8Hz	0.214	m/s ²
1Hz	0.859	m/s ²	1Hz	0.963	m/s ²	1Hz	0.263	m/s ²
1.25Hz	1.24	m/s ²	1.25Hz	1.06	m/s ²	1.25Hz	0.424	m/s ²
1.6Hz	1.15	m/s ²	1.6Hz	1.01	m/s ²	1.6Hz	0.471	m/s ²
2Hz	0.597	m/s ²	2Hz	1.20	m/s ²	2Hz	0.783	m/s ²
2.5Hz	0.665	m/s ²	2.5Hz	2.30	m/s ²	2.5Hz	1.43	m/s ²
3.15Hz	1.03	m/s ²	3.15Hz	1.81	m/s ²	3.15Hz	1.07	m/s ²
4Hz	0.927	m/s ²	4Hz	1.90	m/s ²	4Hz	1.00	m/s ²
5Hz	0.785	m/s ²	5Hz	2.75	m/s ²	5Hz	1.19	m/s ²
6.3Hz	1.04	m/s ²	6.3Hz	1.76	m/s ²	6.3Hz	1.65	m/s ²
8Hz	1.02	m/s ²	8Hz	2.74	m/s ²	8Hz	2.06	m/s ²
10Hz	1.18	m/s ²	10Hz	4.48	m/s ²	10Hz	2.31	m/s ²
12.5Hz	1.03	m/s ²	12.5Hz	3.66	m/s ²	12.5Hz	1.75	m/s ²
16Hz	0.925	m/s ²	16Hz	3.12	m/s ²	16Hz	1.58	m/s ²
20Hz	1.06	m/s ²	20Hz	2.48	m/s ²	20Hz	1.02	m/s ²
25Hz	0.959	m/s ²	25Hz	2.01	m/s ²	25Hz	0.557	m/s ²
31.5Hz	0.631	m/s ²	31.5Hz	2.14	m/s ²	31.5Hz	0.393	m/s ²
40Hz	0.564	m/s ²	40Hz	2.99	m/s ²	40Hz	0.272	m/s ²
50Hz	0.972	m/s ²	50Hz	2.99	m/s ²	50Hz	0.306	m/s ²
63Hz	0.444	m/s ²	63Hz	1.83	m/s ²	63Hz	0.200	m/s ²
80Hz	0.361	m/s ²	80Hz	1.00	m/s ²	80Hz	0.156	m/s ²
100Hz	0.343	m/s ²	100Hz	0.626	m/s ²	100Hz	0.252	m/s ²
125Hz	0.269	m/s ²	125Hz	0.483	m/s ²	125Hz	0.126	m/s ²
160Hz	0.323	m/s ²	160Hz	0.615	m/s ²	160Hz	0.116	m/s ²
200Hz	0.273	m/s ²	200Hz	0.314	m/s ²	200Hz	0.139	m/s ²
250Hz	0.235	m/s ²	250Hz	0.234	m/s ²	250Hz	0.149	m/s ²
315Hz			315Hz			315Hz	0.137	m/s ²
400Hz			400Hz			400Hz	0.150	m/s ²

Daniel Estrada-Presa Norte-TMF

X			Y			Z		
Global results			Global results			Global results		
Data	Value	Unit	Data	Value	Unit	Data	Value	Unit
Spectrum			Spectrum			Spectrum		
0.8Hz	0.780	m/s ²	0.8Hz	1.40	m/s ²	0.8Hz	0.232	m/s ²
1Hz	0.696	m/s ²	1Hz	1.41	m/s ²	1Hz	0.301	m/s ²
1.25Hz	0.748	m/s ²	1.25Hz	1.45	m/s ²	1.25Hz	0.411	m/s ²
1.6Hz	0.817	m/s ²	1.6Hz	1.42	m/s ²	1.6Hz	0.523	m/s ²
2Hz	0.736	m/s ²	2Hz	1.46	m/s ²	2Hz	0.560	m/s ²
2.5Hz	0.891	m/s ²	2.5Hz	1.41	m/s ²	2.5Hz	0.646	m/s ²
3.15Hz	1.17	m/s ²	3.15Hz	1.53	m/s ²	3.15Hz	0.683	m/s ²
4Hz	1.78	m/s ²	4Hz	2.64	m/s ²	4Hz	1.34	m/s ²
5Hz	1.48	m/s ²	5Hz	1.66	m/s ²	5Hz	1.14	m/s ²
6.3Hz	3.04	m/s ²	6.3Hz	2.53	m/s ²	6.3Hz	1.11	m/s ²
8Hz	5.33	m/s ²	8Hz	5.93	m/s ²	8Hz	0.949	m/s ²
10Hz	3.21	m/s ²	10Hz	4.07	m/s ²	10Hz	1.03	m/s ²
12.5Hz	1.30	m/s ²	12.5Hz	1.65	m/s ²	12.5Hz	0.757	m/s ²
16Hz	1.05	m/s ²	16Hz	1.68	m/s ²	16Hz	0.714	m/s ²
20Hz	1.43	m/s ²	20Hz	3.32	m/s ²	20Hz	0.616	m/s ²
25Hz	2.09	m/s ²	25Hz	3.42	m/s ²	25Hz	0.395	m/s ²
31.5Hz	6.65	m/s ²	31.5Hz	3.51	m/s ²	31.5Hz	0.382	m/s ²
40Hz	5.99	m/s ²	40Hz	4.62	m/s ²	40Hz	0.842	m/s ²
50Hz	0.857	m/s ²	50Hz	1.45	m/s ²	50Hz	0.432	m/s ²
63Hz	0.658	m/s ²	63Hz	0.749	m/s ²	63Hz	0.236	m/s ²
80Hz	0.369	m/s ²	80Hz	0.454	m/s ²	80Hz	0.167	m/s ²
100Hz	0.536	m/s ²	100Hz	0.325	m/s ²	100Hz	0.190	m/s ²
125Hz	0.256	m/s ²	125Hz	0.334	m/s ²	125Hz	0.206	m/s ²
160Hz	0.287	m/s ²	160Hz	0.439	m/s ²	160Hz	0.149	m/s ²
200Hz	0.291	m/s ²	200Hz	0.496	m/s ²	200Hz	0.173	m/s ²
250Hz	0.296	m/s ²	250Hz	0.326	m/s ²	250Hz	0.157	m/s ²
315Hz	0.220	m/s ²	315Hz	0.244	m/s ²	315Hz	0.134	m/s ²

José Ríos, Sector 4-TMF

X			Y			Z		
Global results			Global results			Global results		
Data	Value	Unit	Data	Value	Unit	Data	Value	Unit
Spectrum			Spectrum			Spectrum		
0.8Hz	1.20	m/s ²	0.8Hz	2.59	m/s ²	0.8Hz	9.65E-2	m/s ²
1Hz	0.895	m/s ²	1Hz	1.98	m/s ²	1Hz	8.31E-2	m/s ²
1.25Hz	0.826	m/s ²	1.25Hz	1.73	m/s ²	1.25Hz	6.53E-2	m/s ²
1.6Hz	0.791	m/s ²	1.6Hz	1.63	m/s ²	1.6Hz	7.67E-2	m/s ²
2Hz	0.940	m/s ²	2Hz	2.03	m/s ²	2Hz	8.34E-2	m/s ²
2.5Hz	1.29	m/s ²	2.5Hz	2.23	m/s ²	2.5Hz	9.42E-2	m/s ²
3.15Hz	1.73	m/s ²	3.15Hz	2.68	m/s ²	3.15Hz	0.146	m/s ²
4Hz	1.80	m/s ²	4Hz	2.10	m/s ²	4Hz	0.196	m/s ²
5Hz	1.76	m/s ²	5Hz	1.16	m/s ²	5Hz	0.180	m/s ²
6.3Hz	2.06	m/s ²	6.3Hz	1.49	m/s ²	6.3Hz	0.321	m/s ²
8Hz	3.81	m/s ²	8Hz	3.43	m/s ²	8Hz	0.163	m/s ²
10Hz	4.55	m/s ²	10Hz	4.58	m/s ²	10Hz	0.150	m/s ²
12.5Hz	3.03	m/s ²	12.5Hz	3.83	m/s ²	12.5Hz	0.141	m/s ²
16Hz	4.72	m/s ²	16Hz	3.19	m/s ²	16Hz	0.119	m/s ²
20Hz	5.06	m/s ²	20Hz	4.51	m/s ²	20Hz	0.165	m/s ²
25Hz	4.74	m/s ²	25Hz	4.49	m/s ²	25Hz	0.144	m/s ²
31.5Hz	4.80	m/s ²	31.5Hz	4.95	m/s ²	31.5Hz	0.116	m/s ²
40Hz	3.60	m/s ²	40Hz	4.40	m/s ²	40Hz	0.619	m/s ²
50Hz	3.86	m/s ²	50Hz	2.80	m/s ²	50Hz	0.120	m/s ²
63Hz	2.40	m/s ²	63Hz	1.48	m/s ²	63Hz	0.191	m/s ²
80Hz	1.19	m/s ²	80Hz	0.853	m/s ²	80Hz	0.120	m/s ²
100Hz	0.768	m/s ²	100Hz	1.02	m/s ²	100Hz	0.133	m/s ²
125Hz	0.619	m/s ²	125Hz	1.05	m/s ²	125Hz	0.165	m/s ²
160Hz	0.501	m/s ²	160Hz	0.978	m/s ²	160Hz	0.126	m/s ²
200Hz	0.459	m/s ²	200Hz	0.606	m/s ²	200Hz	0.123	m/s ²
250Hz	0.465	m/s ²	250Hz	0.499	m/s ²	250Hz	0.130	m/s ²
315Hz	0.222	m/s ²	315Hz	0.410	m/s ²	315Hz	0.122	m/s ²

Anexo 2.3.3. Certificado de calibración del equipo



**CALILAB - LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO E ENSAIOS
RBC - REDE BRASILEIRA
DE CALIBRAÇÃO.**



CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº: RBC5-10909-376

1- CLIENTE/ EQUIPAMENTO

Data da calibração: 14/11/2019
Processo: 19783

Nome:	Corporación de Desarrollo Ambiental S.A. (CODESA)		
Endereço:	Via Ricardo J. Alfaro, Plaza Aventura, Oficina M-23 - Panamá, RP.		
Equipamento:	Medidor de Vibração	Acelerômetro (ACL-1)	Acelerômetro (ACL-2)
Marcas:	Casella Cel	01dB	Casella Cel
Modelo:	CEL-960	AP2042	CEL-960ACC2
Número de Série:	20152	2021	20101
Identificação:	EQC 0060	---	---

2- PADRÕES E INSTRUMENTAÇÃO

Descrição	Código	Certificado:	Emitente:
Acelerômetro	P236	DIMCI 1051/2019	INMETRO
Sistema de Aquisição	P182	RBC 19/1023	RBC
Amplificador	P256		Sistema de Aquisição P182
Shaker	P203		Gerador (teste dinâmico) P128
Gerador de Ruído	P206		Termômetro P161
Conversor Carga/CCP	P183		Higrômetro P161

3- INFORMAÇÕES DA CALIBRAÇÃO

Procedimento: IT-943: Método de calibração de medidor de vibrações de acordo com a norma ISO 16063-21 - Methods for the calibration of vibration and shock transducers - Part 21: Vibration calibration by comparison to a reference transducer. Resposta elétrica de acordo com a ISO 8041 - Human response to vibration - Measuring instrumentation e/ou com a ISO 2954 - Mechanical vibration of rotating and reciprocating machinery - Requirements for instruments for measuring vibration severity, como aplicável.

Características: A resposta em frequência é determinada pela resposta dinâmica por comparação com um acelerômetro padrão. O teste é feito com o acelerômetro acoplado na configuração back-to-back em um excitador dinâmico. A sensibilidade é determinada em um sistema de aquisição (analisador). O teste de linearidade segue o mesmo procedimento. As ponderações em frequência, conforme aplicável, são verificadas através de estímulos elétricos diretos na unidade de medição. Os erros das indicações são exibidos juntamente com os limites de tolerância que a norma estabelece para aquela determinada ponderação. Para esta calibração foi usado um sinal de excitação do tipo: ruído de banda larga e o transdutor colado com cianocriato na configuração correspondente.

Condições ambientais: Temperatura: 22,5 °C, Umidade Relativa: 58 %. Temperatura média do transdutor 22,5 °C.

Observações gerais:

- Os resultados apresentados referem-se à média dos valores encontrados.
- Cada Incerteza Expandida de Medição (U) relatada é declarada como a incerteza padrão da medição multiplicada pelo fator de abrangência $k = 2,00$, que para uma distribuição normal corresponde a uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95 %. A incerteza padrão de medição foi determinada de acordo com a publicação EA-4/02.
- O presente certificado de calibração é válido apenas para o Medidor de Vibração / Acelerômetros acima descritos, não sendo extensivo a quaisquer outros, ainda que similares.
- Este certificado de calibração somente pode ser reproduzido completo. Reproduções para fins de divulgação em material publicitário, bem como reproduções parciais, requerem autorização escrita do laboratório emissor. Nenhuma reprodução poderá ser usada de maneira enganosa.
- Para os testes elétricos o laboratório conta com rastreabilidade formal na faixa de 20 Hz até 10 kHz. Para as baixas frequências são usados sinais elétricos validados no próprio laboratório. A forma de validação foi oportunamente verificada por especialista do Inmetro. Estas informações (relativas à rastreabilidade e ao método disponibilizado para as baixas frequências) foram negociadas com o cliente durante a fase de contratação. O método permite calibrar o equipamento em toda a faixa de interesse do cliente mediante uso de padrão consensado.
- Cgcre/Inmetro is Signatory of the ILAC Mutual Recognition Arrangement. Cgcre/Inmetro is Signatory of a Bilateral Mutual Agreement with EA. Cgcre/Inmetro is signatory of the IAAC Mutual Recognition Arrangement.

Executante:

Página: 1/6

Este certificado atende aos requisitos de acreditação pela Cgcre/Inmetro que avaliou a competência do laboratório e comprovou sua rastreabilidade a padrões nacionais de medida (ou ao Sistema Internacional de Unidades - SI).



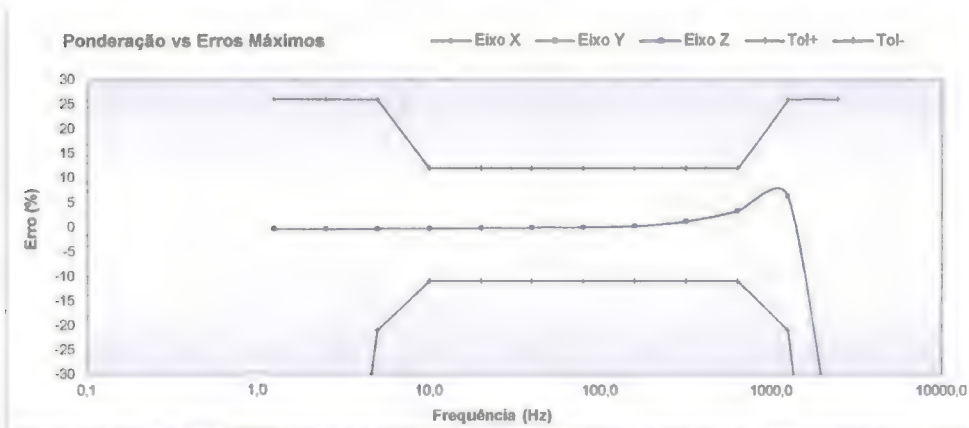
CALILAB - LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO E ENSAIOS
LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO ACREDITADO
PELA Cgcre/INMETRO DE ACORDO COM A
ABNT NBR ISO/IEC 17025 SOB O NÚMERO 307.

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº: RBC5-10909-376

4- RESULTADOS DAS MEDIÇÕES

(Teste Elétrico - estímulo de entrada: 870 mV)

	Frequência Nominal (Hz)	Erro Eixo X (%)	Erro Eixo Y (%)	Erro Eixo Z (%)	Fator Wh (%)	Erro máximo admissível Superior (%)	Erro máximo admissível Inferior (%)	Incerteza (%)
Ponderação em Frequência	0,8	---	---	---	---	---	---	---
	1	---	---	---	---	---	---	---
	1,25	-0,3	-0,3	-0,3	0,040	26	-100	0,4
	1,6	---	---	---	---	---	---	---
	2	---	---	---	---	---	---	---
	2,5	-0,4	-0,4	0,4	0,158	26	-100	0,4
	3,15	---	---	---	---	---	---	---
	4	---	---	---	---	---	---	---
	5	-0,3	-0,3	-0,3	0,545	26	-21	0,4
	6,3	---	---	---	---	---	---	---
	8	---	---	---	---	---	---	---
	10	-0,3	-0,3	0,3	0,951	12	-11	0,4
	12,5	---	---	---	---	---	---	---
	16	---	---	---	---	---	---	---
	20	-0,2	-0,2	-0,2	0,782	12	-11	0,2
	25	---	---	---	---	---	---	---
	31,5	---	---	---	---	---	---	---
	40	-0,1	-0,1	-0,1	0,411	12	-11	0,2
	50	---	---	---	---	---	---	---
	63	---	---	---	---	---	---	---
	80	0,0	0,0	0,0	0,202	12	-11	0,2
	100	---	---	---	---	---	---	---
	125	---	---	---	---	---	---	---
	160	0,3	0,3	0,3	0,101	12	-11	0,2
	200	---	---	---	---	---	---	---
	250	---	---	---	---	---	---	---
	315	1,2	1,2	1,2	0,050	12	-11	0,2
	400	---	---	---	---	---	---	---
	500	---	---	---	---	---	---	---
	630	3,4	3,4	3,3	0,024	12	-11	0,2
	800	---	---	---	---	---	---	---
	1000	---	---	---	---	---	---	---
	1250	6,2	6,3	6,3	0,009	26	-21	0,6
	1600	---	---	---	---	---	---	---
	2000	---	---	---	---	---	---	---
	2500	-52,4	-52,2	-52,4	0,002	26	-100	0,6
	3150	---	---	---	---	---	---	---
	4000	---	---	---	---	---	---	---



Executante:

Página: 2/6



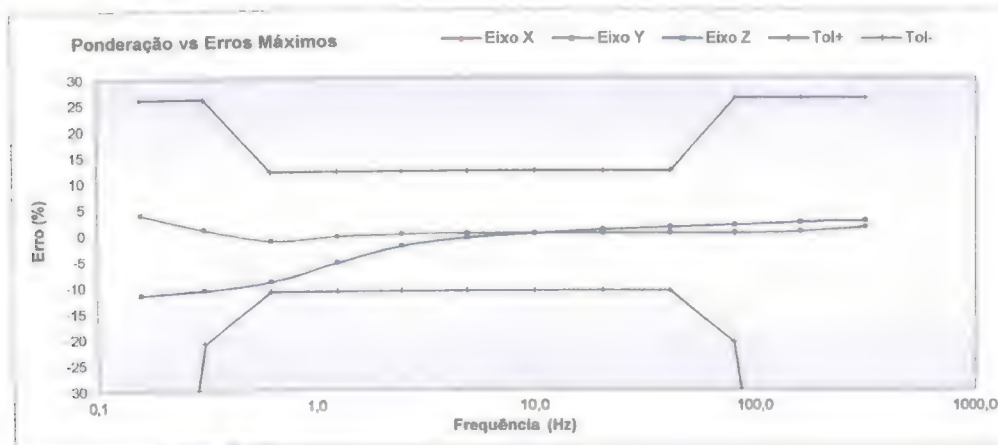
CALILAB - LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO E ENSAIOS
LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO ACREDITADO
PELA Cgcre/INMETRO DE ACORDO COM A
ABNT NBR ISO/IEC 17025 SOB O NÚMERO 307.

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº: RBC5-10909-376

4- RESULTADOS DAS MEDIÇÕES

(Teste Elétrico - estímulo de entrada: 2000 mV)

Frequência Nominal (Hz)	Erro Eixo X - Wd (%)	Erro Eixo Y - Wd (%)	Erro Eixo Z - Wk (%)	Fator Wd (%)	Fator Wk (%)	Erro máximo admissível Superior (%)	Erro máximo admissível Inferior (%)	Incerteza (%)
0,1	...	...	...	...	...	...	...	...
0,125	...	...	...	...	...	...	...	...
0,16	3,9	3,9	-11,5	0,155	0,078	26	-100	0,8
0,2	...	...	...	...	...	...	...	...
0,25	...	...	...	...	...	...	...	...
0,315	1,0	1,0	-10,7	0,533	0,264	26	-21	0,8
0,4	...	...	...	...	...	...	...	...
0,5	...	...	...	...	...	...	...	...
0,63	-1,2	-1,2	-9,1	0,944	0,459	12	-11	0,8
0,8	...	...	...	...	...	...	...	...
1	...	...	...	...	...	...	...	...
1,25	-0,4	-0,4	-5,4	1,007	0,485	12	-11	0,8
1,6	...	...	...	...	...	...	...	...
2	...	...	...	...	...	...	...	...
2,5	0,0	0,0	-2,4	0,773	0,634	12	-11	0,8
3,15	...	...	...	...	...	...	...	...
4	...	...	...	...	...	...	...	...
5	0,0	0,0	-0,9	0,408	1,039	12	-11	0,8
6,3	...	...	...	...	...	...	...	...
8	...	...	...	...	...	...	...	...
10	0,0	0,0	0,0	0,202	0,988	12	-11	0,4
12,5	...	...	...	...	...	...	...	...
16	...	...	...	...	...	...	...	...
20	0,0	0,0	0,7	0,100	0,637	12	-11	0,4
25	...	...	...	...	...	...	...	...
31,5	...	...	...	...	...	...	...	...
40	0,1	0,0	1,2	0,050	0,316	12	-11	0,6
50	...	...	...	...	...	...	...	...
63	...	...	...	...	...	...	...	...
80	0,0	0,1	1,6	0,021	0,134	26	-21	0,6
100	...	...	...	...	...	...	...	...
125	...	...	...	...	...	...	...	...
160	0,4	0,4	2,2	0,005	0,029	26	-100	0,6
200	...	...	...	...	...	...	...	...
250	...	...	...	...	...	...	...	...
315	1,1	1,2	2,4	0,001	0,004	26	-100	0,6
400	...	...	...	...	...	...	...	...



Executante:

[Assinatura]

Página: 3/6

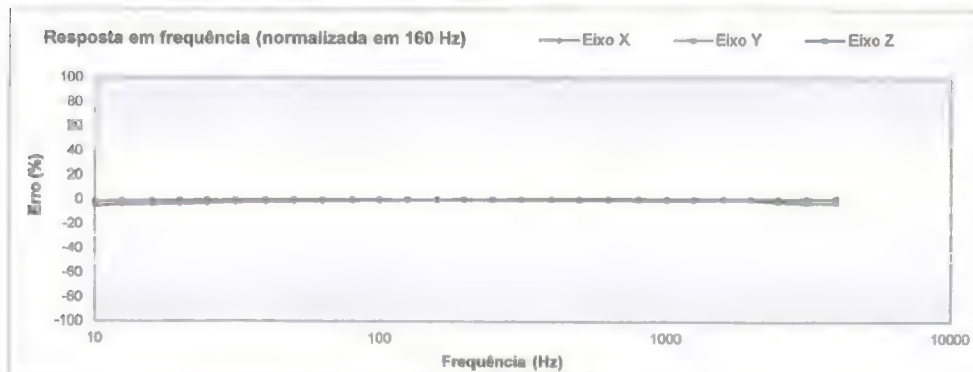
CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº: RBC5-10909-376

Resposta em Frequência - (Nível de excitação em 160 Hz: 10 m/s²)

	Frequência Nominal (Hz)	Eixo X Sensibilidade em [mV/(m/s ²)]	Eixo X Sensibilidade norm. em [%]	Eixo Y Sensibilidade em [mV/(m/s ²)]	Eixo Y Sensibilidade norm. em [%]	Eixo Z Sensibilidade em [mV/(m/s ²)]	Eixo Z Sensibilidade norm. em [%]	Incerteza (%)
Acelerômetro ACL-1	10	0,9662	5,3	0,9931	-1,8	0,9755	-2,0	1,9
	12,5	0,9763	-4,3	0,9991	-1,2	0,9803	-1,5	1,7
	16	0,9834	-3,6	1,003	-0,8	0,9839	-1,1	1,5
	20	0,9895	-3,0	1,006	-0,6	0,9862	-0,9	1,5
	25	0,9949	-2,5	1,007	-0,4	0,9879	-0,7	1,5
	31,5	1,000	-1,9	1,008	-0,4	0,9900	0,5	1,2
	40	1,004	-1,5	1,009	-0,3	0,9915	-0,3	1,2
	50	1,008	-1,2	1,010	-0,2	0,9923	-0,3	0,8
	63	1,011	-0,9	1,009	-0,2	0,9928	0,2	0,8
	80	1,014	-0,6	1,010	-0,2	0,9940	-0,1	0,8
	100	1,015	-0,4	1,012	0,0	0,9948	0,0	0,8
	125	1,018	-0,1	1,012	0,0	0,9952	0,0	0,8
	160	1,020	0,0	1,012	0,0	0,9950	0,0	0,8
	200	1,022	0,2	1,012	0,0	0,9957	0,1	0,8
	250	1,023	0,3	1,011	-0,1	0,9954	0,0	0,8
	315	1,025	0,5	1,011	-0,1	0,9962	0,1	0,8
	400	1,028	0,7	1,011	0,0	0,9970	0,2	0,8
	500	1,028	0,8	1,010	-0,2	0,9962	0,1	0,8
	630	1,030	1,0	1,009	-0,2	0,9962	0,1	0,8
	800	1,030	1,0	1,009	-0,3	0,9962	0,1	0,8
	1000	1,030	1,0	1,009	-0,3	0,9958	0,1	0,8
	1250	1,029	0,9	1,009	-0,2	0,9961	0,1	1,2
	1600	1,029	0,9	1,014	0,2	0,9983	0,3	1,2
	2000	1,029	0,9	1,012	0,0	0,9993	0,4	1,2
	2500	1,031	1,1	0,9964	-1,5	0,9976	0,3	1,5
	3150	1,029	0,9	0,9853	-2,6	1,001	0,6	2,0
	4000	1,024	0,4	0,9842	-2,7	1,002	0,7	2,5
	5000	...	...	...	...	...	...	...
	6300	...	...	...	...	...	...	...
	8000	...	...	...	...	...	...	...
	10000	...	...	...	...	...	...	...

Resposta em % normalizada em 160 Hz

	Frequência Nominal (Hz)	Sensibilidade Eixo X	Sensibilidade Eixo Y	Sensibilidade Eixo Z
mV/(m/s ²)	80	1,014	1,010	0,9940
	160	1,020	1,012	0,9950
mV/gn	80	9,944	9,905	9,748
	160	10,00	9,924	9,758



Executante:

Página: 4/6



CALILAB - LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO E ENSAIOS
LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO ACREDITADO
PELA Cgcre/INMETRO DE ACORDO COM A
ABNT NBR ISO/IEC 17025 SOB O NÚMERO 307.

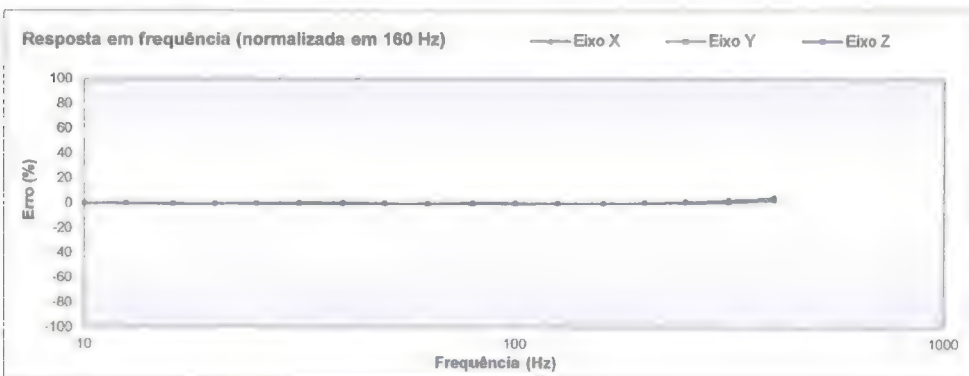
CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº: RBC5-10909-376

Resposta em Frequência - (Nível de excitação em 160 Hz: 10 m/s²)

	Frequência Nominal (Hz)	Eixo X Sensibilidade em [mV/(m/s ²)]	Eixo X Sensibilidade norm. em [%]	Eixo Y Sensibilidade em [mV/(m/s ²)]	Eixo Y Sensibilidade norm. em [%]	Eixo Z Sensibilidade em [mV/(m/s ²)]	Eixo Z Sensibilidade norm. em [%]	Incerteza (%)
Acelerômetro ACL-2	10	11,81	-0,2	11,84	0,1	11,83	-0,5	1,9
	12,5	11,82	-0,1	11,84	0,2	11,83	-0,5	1,7
	16	11,81	-0,2	11,82	0,0	11,82	-0,6	1,5
	20	11,80	-0,2	11,82	-0,1	11,82	-0,6	1,5
	25	11,81	-0,1	11,83	0,0	11,83	-0,5	1,5
	31,5	11,83	0,0	11,90	0,6	11,83	-0,5	1,2
	40	11,84	0,1	11,91	0,7	11,83	-0,5	1,2
	50	11,83	0,0	11,80	-0,2	11,84	-0,4	0,8
	63	11,82	-0,1	11,78	0,4	11,84	-0,4	0,8
	80	11,88	0,4	11,86	0,3	11,82	-0,6	0,8
	100	11,87	0,4	11,86	0,3	11,84	-0,5	0,8
	125	11,83	0,0	11,83	0,0	11,88	-0,1	0,8
	160	11,83	0,0	11,82	0,0	11,89	0,0	0,8
	200	11,89	0,5	11,88	0,5	11,92	0,2	0,8
	250	12,00	1,5	12,00	1,5	11,95	0,5	0,8
	315	12,18	3,0	12,17	2,9	12,01	1,0	0,8
	400	12,42	5,0	12,43	5,2	12,19	2,5	0,8
	500	...	...	...	...	...	...	...
	630	...	...	...	...	...	...	...
	800	...	...	...	...	...	...	...
	1000	...	...	...	...	...	...	...
	1250	...	...	...	...	...	...	...
	1600	...	...	...	...	...	...	...
	2000	...	...	...	...	...	...	...
	2500	...	...	...	...	...	...	...
	3150	...	...	...	...	...	...	...
	4000	...	...	...	...	...	...	...
	5000	...	...	...	...	...	...	...
	6300	...	...	...	...	...	...	...
	8000	...	...	...	...	...	...	...
	10000	...	...	...	...	...	...	...

Resposta em % normalizada em 160 Hz

	Frequência Nominal (Hz)	Sensibilidade Eixo X	Sensibilidade Eixo Y	Sensibilidade Eixo Z
mV/(m/s ²)	80	11,88	11,86	11,82
	160	11,83	11,82	11,89
mV/gn	80	116,5	116,3	115,9
	160	116,0	115,9	116,6



Executante:

Página: 5/6



CALILAB - LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO E ENSAIOS
LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO ACREDITADO
PELA Cgcre/INMETRO DE ACORDO COM A
ABNT NBR ISO/IEC 17025 SOB O NÚMERO 307.

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO Nº: RBC5-10909-376

Linearidade - Teste dinâmico (Referência: 80 Hz) - Acelerômetro ACL-1 (Eixo Z)

Aceleração de Referência (m/s ²)	Aceleração Medida (m/s ²)	Fundo de Escala	Erro (m/s ²)	Erro (%)	Tolerância (± %)	Incerteza (%)
0,50	0,52	3000	0,02	4,0	***	4,4
1,00	1,01	3000	0,01	0,6	***	2,3
2,00	2,00	3000	0,00	-0,2	***	1,3
3,01	3,00	3000	-0,01	-0,2	***	1,1
4,01	4,00	3000	-0,01	-0,2	***	0,9
5,02	5,01	3000	-0,01	-0,1	***	0,9
10,01	9,99	3000	-0,02	-0,2	***	0,8
***	***	***	***	***	***	***
***	***	***	***	***	***	***
***	***	***	***	***	***	***
***	***	***	***	***	***	***
***	***	***	***	***	***	***
***	***	***	***	***	***	***

Natalia Valin
Signatária Autorizada

Data da emissão: 14/11/2019

Página:6/6

Anexo 2.3.4. Extracto de la Norma de vibraciones en Panamá

REPÚBLICA DE PANAMÁ
ASAMBLEA LEGISLATIVA
LEGISPAN
LEGISLACION DE LA REPÚBLICA DE PANAMÁ

Tipo de Norma: RESOLUCIÓN

Número: 505

Referencia:

Año: 1999

Fecha (dd-mm-aaaa): 06-10-1999

Título: (REGLAMENTO TÉCNICO DGNTI-COPANIT-45-2000. HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL.)

Dictada por: MINISTERIO DE COMERCIO E INDUSTRIAS

Gaceta Oficial: 24163

Publicada el: 10-10-2000

Rama del Derecho: DER. DE TRABAJO, DER. INDUSTRIAL Y DE MINAS

Palabras Claves: Normas técnicas y especificaciones, Salud y seguridad ocupacional, Ruido

Páginas: 12

Tamaño en Mb: 1.223

Rollos: 513

Posición: 3027

MINISTERIO DE COMERCIO E INDUSTRIAS
DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS Y
TECNOLOGÍA INDUSTRIAL
RESOLUCIÓN Nº 505
(De 6 de octubre de 1999)

MINISTERIO DE COMERCIO E INDUSTRIAS
DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS Y TECNOLOGÍA INDUSTRIAL

REGLAMENTO TÉCNICO
DGNTI - COPANIT 45 - 2000

HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL
CONDICIONES DE HIGIENE Y SEGURIDAD
EN AMBIENTES DE TRABAJO DONDE SE
GENEREN VIBRACIONES.

TABLA N° 1: NIVELES ADMISIBLES PARA LAS VIBRACIONES GENERALES EN LA DIRECCIÓN DEL EJE "Z"

Frecuencia media de la banda terciaria	Aceleración en m / s ² Tiempo de exposición diaria							
	(Hz)	8 Hrs.	4 Hrs.	2 Hrs.	1 Hrs.	30 min.	15 min	7.5 min
1.00	0.630	0.880	1.280	1.780	2.820	3.560	5.040	6.180
1.25	0.560	0.790	1.130	1.590	2.250	3.180	4.500	5.520
1.60	0.500	0.700	1.000	1.410	2.000	2.820	4.000	4.900
2.00	0.450	0.620	0.890	1.250	1.770	2.510	3.550	4.350
2.50	0.400	0.550	0.790	1.110	1.580	2.220	3.150	3.860
3.15	0.355	0.490	0.700	1.050	1.400	1.980	2.800	3.430
4.00	0.315	0.440	0.630	0.890	1.260	1.780	2.520	3.090
5.00	0.315	0.440	0.630	0.890	1.260	1.780	2.520	3.090
6.30	0.315	0.440	0.630	0.890	1.260	1.780	2.520	3.090
8.00	0.315	0.440	0.630	0.890	1.260	1.780	2.520	3.050
10.00	0.400	0.570	0.800	1.130	1.600	2.260	3.200	3.920
12.50	0.500	0.710	1.000	1.410	2.000	2.830	4.000	4.900
16.00	0.630	0.890	1.260	1.780	2.520	3.560	5.040	6.170
20.00	0.800	1.130	1.600	2.260	3.200	4.520	6.390	7.830
25.00	1.000	1.410	2.000	2.830	4.000	5.650	7.990	9.790
31.50	1.250	1.770	2.500	3.530	5.000	7.080	9.990	12.24
40.00	1.600	2.260	3.200	4.520	6.400	9.040	12.79	15.87
50.00	2.000	2.830	4.000	5.650	8.000	11.31	15.99	19.59
63.00	2.500	3.540	5.000	7.070	10.00	14.14	19.99	24.49
80.00	3.150	4.450	6.300	8.910	12.59	17.81	25.18	30.85

TABLA N°2: NIVELES ADMISIBLES PARA LAS VIBRACIONES GENERALES EN LA DIRECCIÓN DE LOS EJES "X" y "Y"

Frecuencia media de la banda terciaria	Aceleración en m / s ² Tiempo de exposición diaria							
(Hz)	8 Hrs.	4 Hrs	2 Hrs.	1 Hrs.	30 min	15 min.	7.5 min	< 5 min.
1.00	0.224	0.317	0.448	0.630	0.900	1.270	1.790	2.190
1.25	0.224	0.317	0.448	0.630	0.900	1.270	1.790	2.190
1.60	0.224	0.317	0.448	0.630	0.900	1.270	1.790	2.190
2.00	0.224	0.317	0.448	0.630	0.900	1.270	0.790	2.190
2.50	0.240	0.400	0.560	0.790	1.120	1.580	2.240	2.740
3.15	0.555	0.500	0.710	1.000	1.420	2.010	2.840	3.480
4.00	0.450	0.640	0.900	1.270	1.800	2.540	3.600	4.410
5.00	0.560	0.790	1.120	1.580	2.240	3.170	4.480	5.480
6.30	0.710	1.000	1.420	2.010	2.840	4.010	6.670	6.990
8.00	0.900	1.270	1.800	2.540	3.600	5.090	7.190	8.810
10.00	1.120	1.580	2.240	3.170	4.480	6.330	8.950	10.97
12.50	1.400	1.980	2.000	3.960	5.600	7.910	11.95	13.71
16.00	1.800	2.540	3.600	5.090	7.200	10.17	14.39	17.62
20.00	2.240	3.170	4.480	6.330	8.950	12.66	17.90	21.93
25.00	2.800	3.960	5.560	7.920	11.19	15.83	22.38	27.42
31.50	3.550	5.020	7.100	10.04	14.19	20.07	28.37	34.76
40.00	4.500	6.360	9.000	12.72	17.99	25.44	35.97	44.06
50.00	5.600	7.920	11.20	15.83	22.39	31.65	44.76	64.83
63.00	7.100	10.04	14.20	20.07	28.38	40.13	56.75	69.52
80.00	9.000	12.73	17.99	25.44	35.98	50.87	71.93	88.12

Anexo 2.3.5. Hojas de campo



HOJA DE CAMPO PARA INSPECCIÓN DE VIBRACIÓN								RF 33
Datos generales								
Nombre del proyecto	Mina de Cobre Panamá							
Lugar	Drenaje, Colón					Fecha	23/9/20	
Promotor	MCA					Persona de Contacto	Ing. Jorge Luis	
Teléfono	6280-4244					e-mail	jorge.luis@mcap.com	
Características generales								
Nombre del trabajador	Coordenadas UTM WGS 84	Eje monitoreado	Hora de inicio	Hora de Fin	Duración de la medición	Actividades que realiza el trabajador	Modelo del equipo de medición	
Juan Carlos	978144	X	9:02am	9:17am	15 min	Operador de Camión	CEL-760	
Smith	540099	Y	9:18am	9:33am	15 min	Teleoperador	CEL-760	
		Z	9:34am	9:49am				
Observaciones								
Serie o ident. del equipo: JCB 540-170								
Planta de Procesos (Molinos)								
check list sin firmar								
Elaborado por	Jorge Luis					Fecha:	23/9/20	
						Hora:	9:02pm	



HOJA DE CAMPO PARA INSPECCIÓN DE VIBRACIÓN								RE-33
Datos generales								
Nombre del proyecto	Mina de Cobre Panamá							
Lugar	Domo, Colón				Fecha	24/9/20		
Promotor	EPBA				Persona de Contacto	Luis Roberto Vique		
Teléfono	6280-4244				e mail	luis.vique@epba.com		
Características generales								
Nombre del trabajador	Coordenadas UTM WGS 84	Eje monitoreado	Hora de inicio	Hora de Fin	Duración de la medición	Actividades que realiza el trabajador	Modelo del equipo de medición	
José Cestero	995558	X	10:05 am	10:18 am	15 min	Operario de Planta	DEL 960	
	539038	Y	10:19 am	10:34 am	15 min	Tractor de	DEL 960	
		Z	10:35 am	10:50 am	15 min	Tractor		
Observaciones	Serie o ident. del equipo: D E 013 CAT D3T							
	Deposito de cenizas - Puerto							
	sin checklist							
Elaborado por	J. J. Pérez				Fecha:	24/9/20	Hora: 10:00 am	



HOJA DE CAMPO PARA INSPECCIÓN DE VIBRACIÓN							RE-33
Datos generales							
Nombre del proyecto	Mina de Cobre Panamá						
Lugar	Donoso Colón				Fecha	25/9/20	
Promotor	UPSA				Persona de Contacto	Regisbora Varela	
Teléfono	6780-4294				e-mail	regisbora.varela@upsa.com	
Características generales							
Nombre del trabajador	Coordenadas UTM WGS 84	Eje monitoreado	Hora de inicio	Hora de Fin	Duración de la medición	Actividades que realiza el trabajador	Modelo del equipo de medición
Enrique Sotomayor	977081	X	9:00am	9:15am	15min	Operación de Planta	
	538235	Y	9:16am	9:31am	15min	Refractos	VEI-960
		Z	9:31am	9:47am	15min		
Observaciones							
Serie o ident. del equipo: DRE008 pit viper pu-271							
Tapa Botija 30 1045-013							
sin checklist							
Elaborado por	fery dtey fern				Fecha:	25/9/20	Hora: 9:00am



HOJA DE CAMPO PARA INSPECCIÓN DE VIBRACIÓN							RE-33
Datos generales							
Nombre del proyecto	Mina de Cobre Panamá						
Lugar	Domo, Colón				Fecha	25/9/20	
Promotor	MPSA		Persona de Contacto	Gustavo Acuña			
Teléfono	6980-4244		e-mail	gustavo.acuna@mps.com			
Características generales							
Nombre del trabajador	Coordenadas UTM WGS 84	Eje monitoreado	Hora de inicio	Hora de Fin	Duración de la medición	Actividades que realiza el trabajador	Modelo del equipo de medición
Jorge Quiza	777027	X	9:50am	10:05am	15 min	Quitar de Challa	
	538355	Y	10:06am	10:21am	15 min	Refundición	CEL 960
		Z	10:22am	10:37am	15 min		
Observaciones	Serie o ident. del equipo: DRE006 pit viper pv-271						
	Tajo Botija BD 1045-013						
	sin check list						
Elaborado por	Jorge Acuña			Fecha:	25/9/20		Hora: 9:50am



HOJA DE CAMPO PARA INSPECCIÓN DE VIBRACIÓN							RE-33
Datos generales							
Nombre del proyecto	Mina de Cobre Panamá						
Lugar	Dorados, Colón				Fecha	25/9/20	
Promotor	UPSA				Persona de Contacto	Luis Alberto Irujo	
Teléfono	6780-4244				e-mail	luis.i@upsa.com	
Características generales							
Nombre del trabajador	Coordenadas UTM WGS 84	Eje monitoreado	Hora de inicio	Hora de fin	Duración de la medición	Actividades que realiza el trabajador	Modelo del equipo de medición
Ezequiel Pérez	977042	X	10:45 am	11:00 am	15 min	Operador de Bolla	Bolla
	538228	Y	11:01 am	11:16 am	15 min	Operador de Bolla	CEL-760
		Z	11:17 am	11:32 am	15 min		
Observaciones	Serie o ident. del equipo: DRE007 pickup PU-271						
	Tejo Botija BD 1045-013						
	Sin checklist						
Elaborado por	Jorge Ortega Jim				Fecha:	25/9/20	Hora: 11:42 am



HOJA DE CAMPO PARA INSPECCIÓN DE VIBRACIÓN							RE-33
Datos generales							
Nombre del proyecto	Mina de Cobre Panamá						
Lugar	Dorados, Colón				Fecha	25/9/20	
Promotor	UPSA		Persona de Contacto		Gustavo Chula		
Teléfono	6780-4244		e-mail		gustavo.chula@upsa.com		
Características generales							
Nombre del trabajador	Coordenadas UTM WGS 84	Eje monitoreado	Hora de inicio	Hora de Fin	Duración de la medición	Actividades que realiza el trabajador	Modelo del equipo de medición
José Vega	983026	X	1:44 pm	1:59 pm	15 min	Operador de	Cusilla
Castro	636561	Y	2:00 pm	2:15 pm	15 min	Operador de	CEL-960
		Z	2:16 pm	2:31 pm	15 min	Operador de	
Observaciones Serie o ident. del equipo: EX 26 Hornet 20 Pasa Norte, Sector 3-TME con check list Supervisor José Pitti José Castro S.							
Elaborado por			Fecha: 25/9/20			Hora: 1:54 pm	



HOJA DE CAMPO PARA INSPECCIÓN DE VIBRACIÓN							RE-33
Datos generales							
Nombre del proyecto	Mina de Cobre Panamá						
Lugar	Donato, Colón				Fecha	25/9/20	
Promotor	UPSA				Persona de Contacto	Agustina Abula	
Teléfono	6780-4244				e-mail	agustina.abula@psmb.com	
Características generales							
Nombre del trabajador	Coordenadas UTM WGS 84	Eje monitoreado	Hora de inicio	Hora de Fin	Duración de la medición	Actividades que realiza el trabajador	Modelo del equipo de medición
Daniel Estrada	983025	X	2:50 pm	3:05 pm	15 min	Operador	Lasika
	536517	Y	3:06 pm	3:21 pm	15 min	de Tracto de	CEL-960
		Z	3:22 pm	3:37 pm	15 min	Control	
Observaciones Serie o ident. del equipo: DZ 020 CAT D8T Pura Norte, Sector 3 - TMF con check list							
Elaborado por	Jorge Ortega J.				Fecha:	25/9/20	Hora: 2:50 pm



M-30-CDU-19957

HOJA DE CAMPO PARA INSPECCIÓN DE VIBRACIÓN							RE-33
Datos generales							
Nombre del proyecto	Mina de Cobre Panamá						
Lugar	Domo, Colón				Fecha	25/9/20	
Promotor	UPSM		Persona de Contacto	Ing. Juan Vique			
Teléfono	6780-4244		e-mail	juan.vique@psm.com			
Características generales							
Nombre del trabajador	Coordenadas UTM WGS 84	Eje monitoreado	Hora de inicio	Hora de Fin	Duración de la medición	Actividades que realiza el trabajador	Modelo del equipo de medición
Juan Piles	983004	X	3:47 pm	4:03 pm	15 min	Operador de Lector	CEL-960
	536067	Y	4:04 pm	4:19 pm	15 min	Tractor de Cadenas	
		Z	4:20 pm	4:35 pm	15 min	Cadenas	
Observaciones							
Serie o ident. del equipo: DZ052 CAT D8T							
Punto Norte, Sector 4-TAF							
Elaborado por	Jorge Antez J.			Fecha:	25/9/20		Hora: 3:42 pm

Anexo 2.3.6. Mapa de ubicación de las inspecciones de vibración

